C1-PLATFORM
SISTEMA DE ACELEROMETRÍA

MANUAL DE USUARIO

1.43

CONTENIDOS

1. Introducción

2. Unidad de Control

3. Sensores

4. Software

    4.1 Inicio
    4.2 Red de dispositivos
    4.3 Pantalla de control
    4.4 Configuración
    4.5 Captura de datos
    4.6 Descarga de datos
        APP
        Software de PC
    4.7 Creación de ficheros
    4.8 Borrado de los datos
    4.9 Monitor de los acelerómetros

5. Control de revisiones

1. Introducción

El presente documento describe los modos de operación del sistema de acelerometría basado en la plataforma C1 de Blautic. Este equipo permite la captura de datos de hasta 4 sensores de acelerometría/velocidad ángular triaxiales y la transmisión inalámbrica de los resultados a smartphones o tablets.

El equipo consta de 3 bloques funcionales diferentes:

- Unidad de control hardware
- Sensores externos
- Software para smartphone y tablet

En las siguientes secciones se describen las características y funciones de cada uno de estos tres bloques.

Figura 1: Unidad de control y sensores

2. Unidad de control

Es el elemento responsable de capturar los datos de los sensores externos, almacenarlos en su memoria interna y descargarlos al software del smartphone/tablet. En la siguiente imagen tenemos la unidad de control junto con 3 sensores conectados y su tabla de especificaciones técnicas.

Figura 2: Unidad de control

La unidad de control contiene las siguientes características técnicas:

Bloque	Características
Alimentación	• Batería interna recargable de tipo Litio polímero • Alimentación de recarga mediante fuente DC de 5 V a 15 V a través de conector mini USB. • Conmutador para ON/OFF • Indicadores luminosos del estado de funcionamiento
Comunicaciones	• Comunicaciones inalámbricas mediante el estándar Bluetooth Low Energy (Bluetooth4.0). • Antena PCB de tipo meandro con diagrama de radiación omnidireccional • Posibilidad de habilitar comunicaciones por USB
Memoria	• Capacidad de almacenamiento superior a 300.000 muestras.
Entradas/Salidas	4 conectores cilíndricos de alta durabilidad para: • Conexión de acelerómetros individuales • Conexión de otros periféricos previa petición y desarrollo

Tamaño	• Dimensiones exteriores: 62 x 105 x 20 mm (Ancho x Largo x Alto)
Sujeción	• Mediante sistema de paso de cinturón como el de la siguiente figura: •

En la siguiente figura se aprecian los diferentes controles e indicadores que posee la unidad de control.

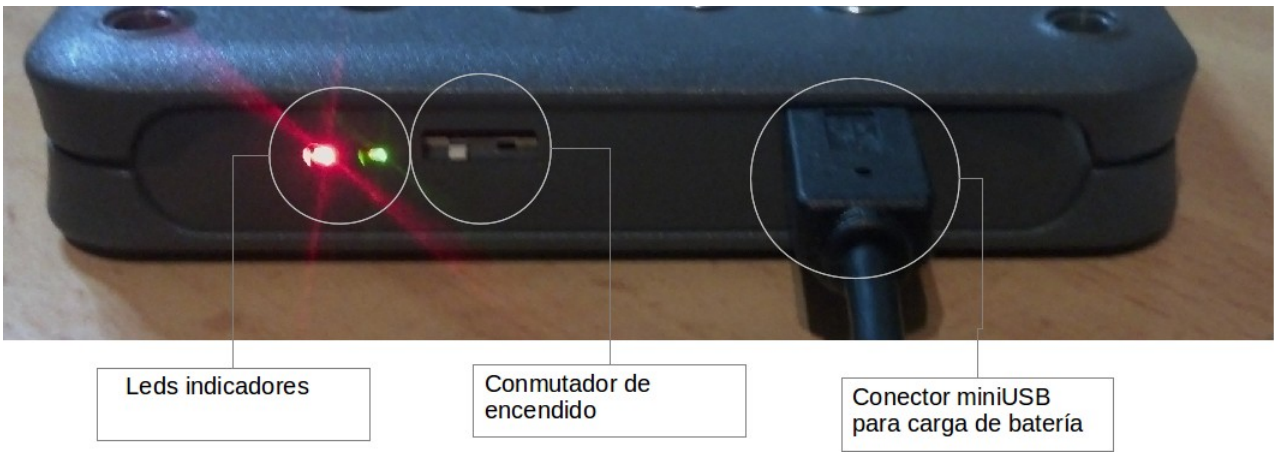


Figura 3: controles de la unidad de control

- **Conmutador de encendido**

Permite encender y apagar el dispositivo. Las posiciones válidas del conmutador son las de la tabla inferior. Hay que resaltar que la posición central del conmutador no debe ser utilizada.

Posición completamente hacia la izquierda (leds)	Sistema ON
Posición completamente hacia la derecha (USB)	Sistema OFF

El dispositivo tarda 60 segundos en estar operativo desde el momento en que el sistema se activa (sistema ON).

- **Indicadores LED**

Tienen la función de avisar del estado del dispositivo tal y como se especifica en la tabla siguiente.

Led verde ON	Sistema ON
Led rojo ON	Batería en carga

- **Conector USB**

Permite alimentar el circuito de carga de la batería. Es compatible con conexión USB desde cargadores de móviles o tablets o desde sistemas informáticos como ordenadores de sobremesa o portatiles.

Para cargar la batería de forma óptima el dispositivo debe estar encendido (ON) tal y como vemos en la figura siguiente:

Figura 4: procedimiento de carga

- **Conectores de sensores**

Permiten conectar los periféricos sensores al sistema. Pueden conectarse en cualquier momento y en el número de conector que más interese por posicionamiento de cables y sensores sobre los puntos de medida.

3. Sensores

La unidad de control incorpora la posibilidad de conectar hasta 4 sensores acelerómetros/giroscopios externos con las características técnicas definidas a continuación:

a. **Frecuencia** de captura de datos en función del número de sensores conectados:

1 sensor	666 Hz
2 sensores	415 Hz
3 sensores	300 Hz
4 sensores	230 Hz

b. Sensibilidad de los datos del **acelerómetro** MEMS de tres ejes:

- Salida digital con escala programable de ±2g, ±4g, ±8g y ±16g
- Sensibilidad:

g	**LSB/g**
±2g	16384
±4g	8192
±8g	4096
±16g	2048

c. Sensibilidad del **giroscopio** MEMS de tres ejes

- Salida digital con escala programable (º/sec) de ±250, ±500, ±1000 y ±2000
- Sensibilidad:

º/sec	**LSB/º/sec**
±250	131
±500	65,5
±1000	32,8
±2000	16,4

d. Ultra **bajo consumo**

En la siguiente figura se aprecia el sistema de coordenadas del sensor respecto a su encapsulado exterior.

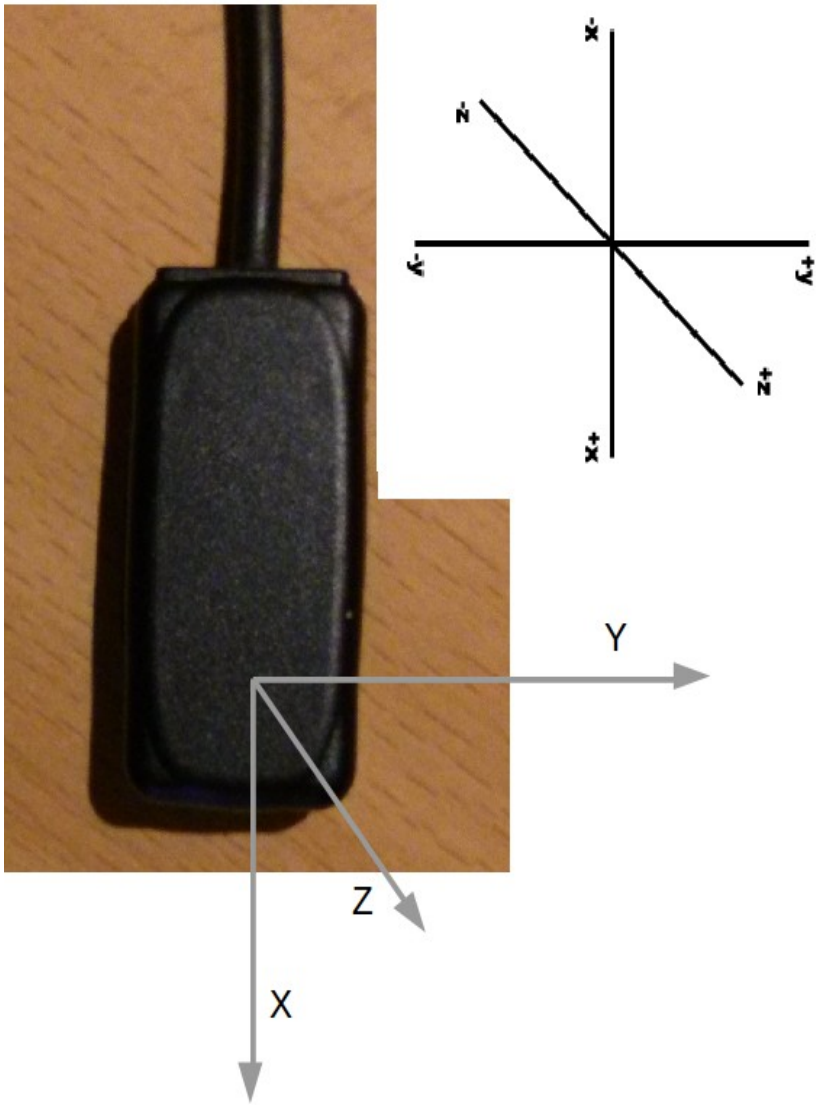


Figura 5: sistema de coordenadas

En la siguiente imagen se indica el número asignado a cada conector respecto a su utilización por el software de captura:

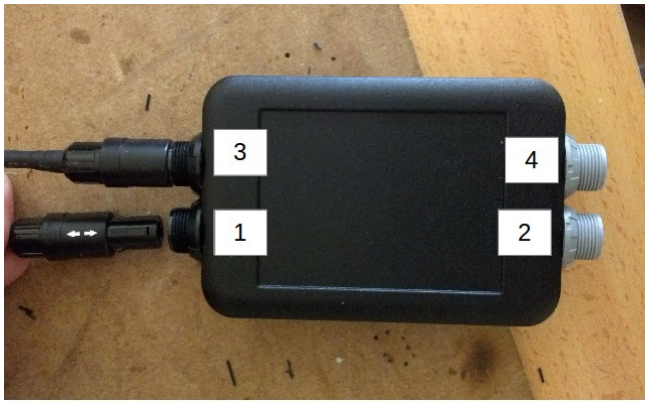


Figura 6: numeración de conectores

Es importante seguir unas pautas básicas durante el uso de los sensores:

1. Evitar o reducir el contacto directo de los sensores con el sudor del corredor o usuario.

2. Al acabar la prueba se debe secar/eliminar cualquier muestra de humedad sobre los sensores mediante el uso de toallas o sistemas de ventilación.

3. Los sensores deben guardarse junto con las bolsas de desecante incluidas en la entrega de los equipos.

Firmware

La unidad de control lleva un software embebido que se ejecuta internamente en el microcontrolador para dotarla de una correcta funcionalidad. Este código presenta las siguientes características:

Bloque	Funciones
Sistema	Informa al usuario de los siguientes datos: • Estado del dispositivo • Nivel de batería • Número de muestras pendiente de descarga • Porcentaje de utilización de la memoria • Estado de cada uno de los sensores durante la captura
Comunicaciones	Bluetooth 4.0 stack con las siguientes funciones: • GAP: roles Central,Peripheral,Observer y Broadcaster • ATT/GATT – Cliente y Servidor • L2CAP • HCI • Control advertisement/scan response frames
Memoria	• Gestión de la memoria interna • Almacenamiento de datos • Borrado de la memoria completa • Lectura de datos almacenados y descarga
Sensores externos	• Configuración de los sensores • Gestión del procedimiento de captura • Control de su estado
Batería	• Gestión de la carga de la batería

4. Software

El software de gestión y recepción de datos se ejecuta sobre dispositivos móviles basados en la plataforma Android que reúnan las siguientes características técnicas mínimas:

S.O	Android
Versión	Superior 4.3
Requisitos hardware	Compatible con Bluetooth 4.0 Recomendable el uso de una pantalla con tamaño superior a 4.5 pulgadas

4.1 Inicio

En la siguiente imagen se visualiza la pantalla de inicio de la aplicación. Las posibles acciones del usuario en esta pantalla son:

Indicador en imagen	Acción
1	Botón de acceso a la red de dispositivos inalámbricos

Figura 7: pantalla de inicio

4.2 Red de dispositivos.

Pantalla de acceso individual a cada dispositivo. En ella aparece un listado con las direcciones MAC de cada uno de los dispositivos que se encuentran dentro del rango de alcance. Las distancias máximas incluidas en el rango de alcance son 30-40 metros en función del número de obstáculos intermedios.

A partir de la versión 1.43, únicamente se visualizarán los dispositivos compatibles con el sistema AcelSystem.

Las acciones posibles son:

Indicador en imagen	Acción
1	Buscar dispositivos al alcance (<30 m aproximadamente)
2	En la lista de dispositivos inalámbricos acceder mediante pulsación larga sobre el dispositivo de interés.

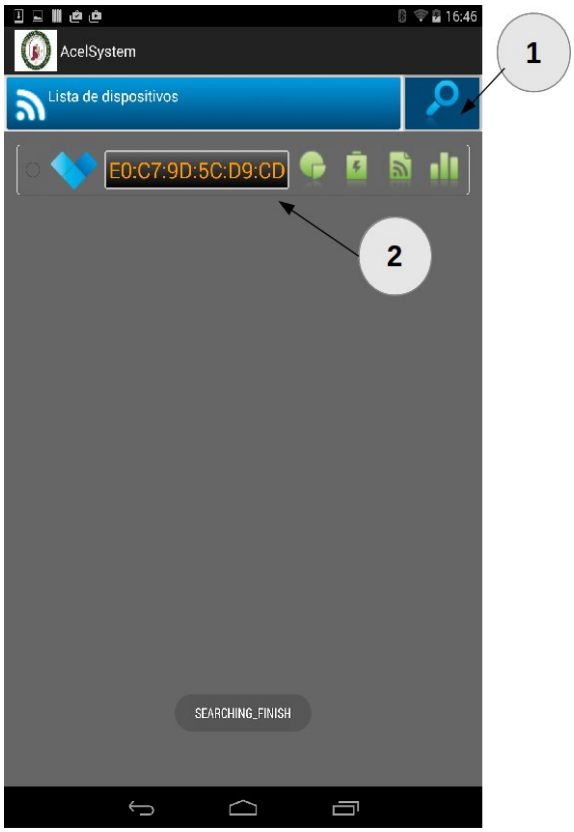


Figura 8: lista de los dispositivos al alcance bluetooth 4.0

4.3 Pantalla de control

A esta pantalla se accede tras pulsar sobre el dispositivo de la lista anterior. La función de esta pantalla es controlar el funcionamiento de los sensores.

Figura 9: pantalla de control

La pantalla habilita/deshabilita sus acciones (botón con fondo azul) en función del estado del dispositivo que aparece indicado en amarillo sobre la barra de datos del dispositivo.

Los elementos de la pantalla están agrupados por bloques y tienen las siguientes funciones:

Bloque	Funcionalidad
DATOS DEL USUARIO	Códigos Prueba: datos identificativos de la prueba que aparecen en el nombre del fichero excel que se genera con los datos. Peso,tall, sexo,cat: campos de información del usuario que aparecen posteriormente en el contenido del fichero excel.
CONTROLES ADQUISICIÓN	Ini: inicia la captura en el modo de captura previamente configurado. Fin: Finaliza el proceso de captura o descarga Descarga: Inicia el proceso de descarga de datos desde el dispositivo hasta el smartphone o tablet. Herramienta: acceso a la pantalla de configuración
ESTADO SENSORES	Indican el estado de los sensores durante la captura mediante un código de tres colores: Verde – Captura correcta Naranja – Captura correcta pero no varían los valores Rojo – No se están capturando datos
CONFIG ADQUISICIÓN	Tiempo: segundos de adquisición En la configuración de intervalos indicará el tiempo que dura la adquisición de todos los intervalos independientemente que sean instantes de captura o entre capturas. Tipo: Modo de captura configurada
ACCIONES	Monitor (v1.43 o superior): permite visualizar los datos de los acelerómetros en tiempo real. Crear Excel: genera los ficheros excel con los datos previamente descargados Borrar Mem: borra la memoria completa del dispositivo. A partir de ese momento los datos no se pueden descargar.
DATOS DISPOSITIVO	Estado: estado del dispositivo. Puede tener los siguientes valores: DESCONECTADO – CONECTADO - LISTO – CAPTURANDO – DESCARGANDO - ERROR DWN: Número de muestras capturadas. Contabiliza como unidad 1 muestra por cada dato de sensor capturado.

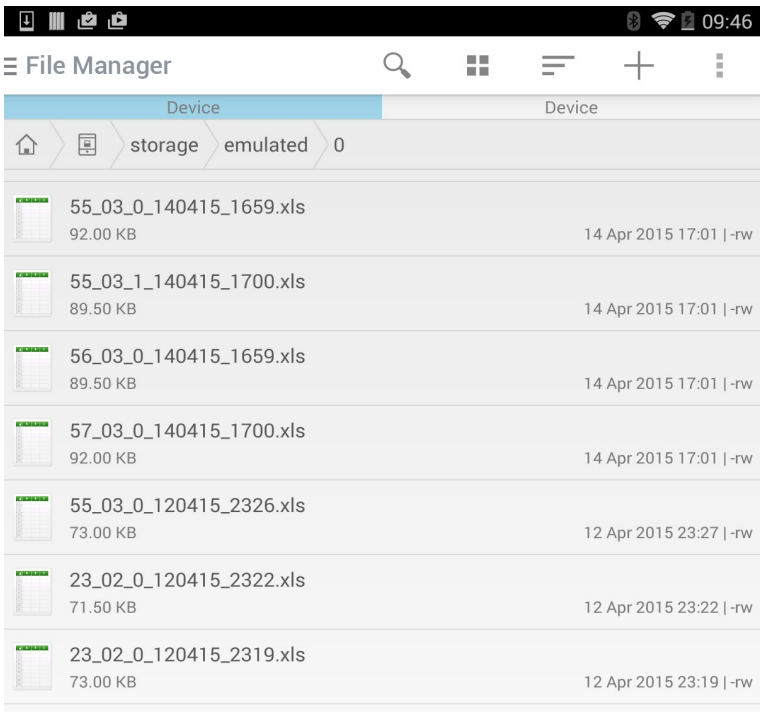
	XLS(n): Número de muestras de sensores descargadas y disponibles para generar el fichero excel. Contabiliza como unidad cada grupo muestras de los sensores habilitados capturadas en el mismo instante de tiempo. (n) Número de ficheros excel que se generarán: un fichero por cada proceso de captura llevado a cabo. FREE MEM: Porcentaje de memoria disponible para más capturas. La única forma de aumentar el porcentaje es borrar la memoria completa. BAT: Nivel de batería del dispositivo

En los apartados siguientes se describe el modo de utilización de cada uno de esos bloques en los diferentes procesos de operación.

Nota importante:
La **salida** de esta pantalla se realiza mediante el botón atrás de los móviles Android y supone la desconexión con el dispositivo y por tanto la interrupción de cualquier proceso que en esos momentos esté en marcha.

A partir de la versión **1.43** del software los datos personales de usuario no se introducen en la pantalla de control tal y como se aprecia en la siguiente imagen:

A partir de esta versión los códigos de prueba son 2 valores numéricos que se almacenan para CADA CAPTURA de forma exclusiva de tal modo que al exportar los datos a ficheros excel recuperarán los códigos y la fecha que se utilizaron en el momento del inicio de la captura. En la imagen siguiente se puede observar el resultado de la exportación con varios códigos de prueba utilizados durante la sesión de captura con la fecha y hora de cada una de ellas:



4.4 Configuración

La pantalla de configuración permite definir el tipo de adquisición durante la captura.

Existen 3 modos disponibles:

Modo	Operación
Libre	La captura se controla de forma manual mediante la pulsación de los botones Ini y Fin
Tiempo Fijo	Cada captura iniciada (Ini) dura el número de segundos configurado en el campo Tiempo (fijo/intervalos). No se necesita pulsar el botón Fin.
Intervalos	Cada captura iniciada (Ini) consta de un número de intervalos configurados separados por x segundos y con la duración por intervalo indicada en el campo Tiempo.

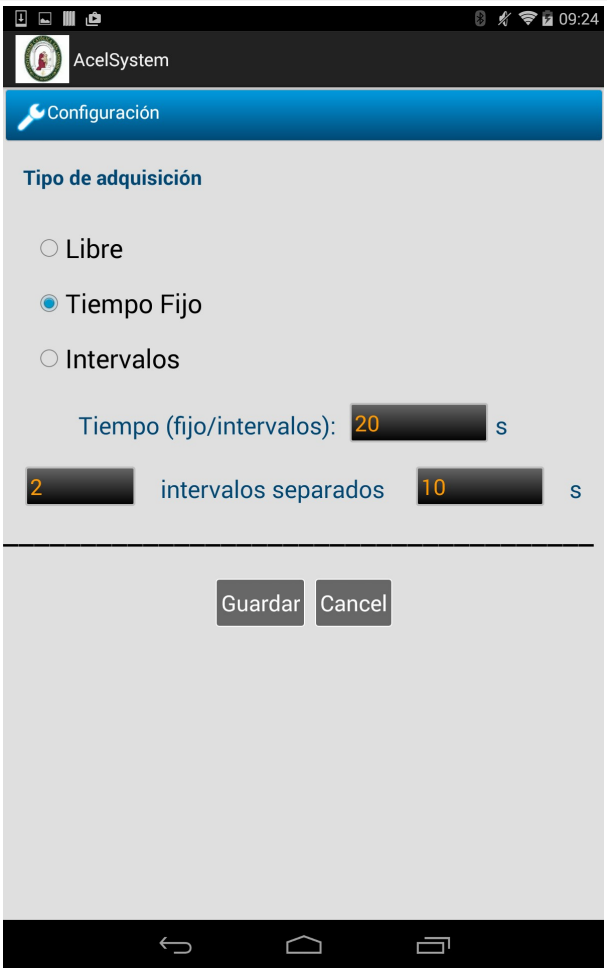


Figura 10: configuración de la captura

4.5 Captura

Durante la realización de una captura de datos la pantalla que obtenemos es la de la siguiente imagen. En esta captura de 11 segundos el único sensor que está operativo es el S3 con valores que no varían en exceso (color naranja).

En esta imagen tenemos datos de los sensores S1, S2 y S3 pero solo con S1 obteniendo datos que varían entre ellos.

Figura 11: Estado de los sensores

A partir de la versión 1.43, si el dispositivo se desconecta o pierde los datos de alguno de sus acelerómetros la APP generará un AVISO SONORO para indicar al usuario la aparición de esta circunstancia.

4.6 Descarga

Durante la fase de descarga el estado del dispositivo será el de DESCARGANDO. Se debe observar como disminuyen las muestras de DWN y aumentan las muestras de XLS.

El proceso se puede detener mediante el botón Fin.

Figura 12: proceso de descarga de datos

A partir de la versión 1.43 los datos pueden descargarse a través de USB desde una aplicación de PC denominada btc-c1-acel

El procedimiento sería el siguiente:

Acceder a la carpeta de la aplicación y ejecutar el archivo btc_c1_acel.exe. La siguiente imagen nos presenta las opciones de la pantalla de inicio:

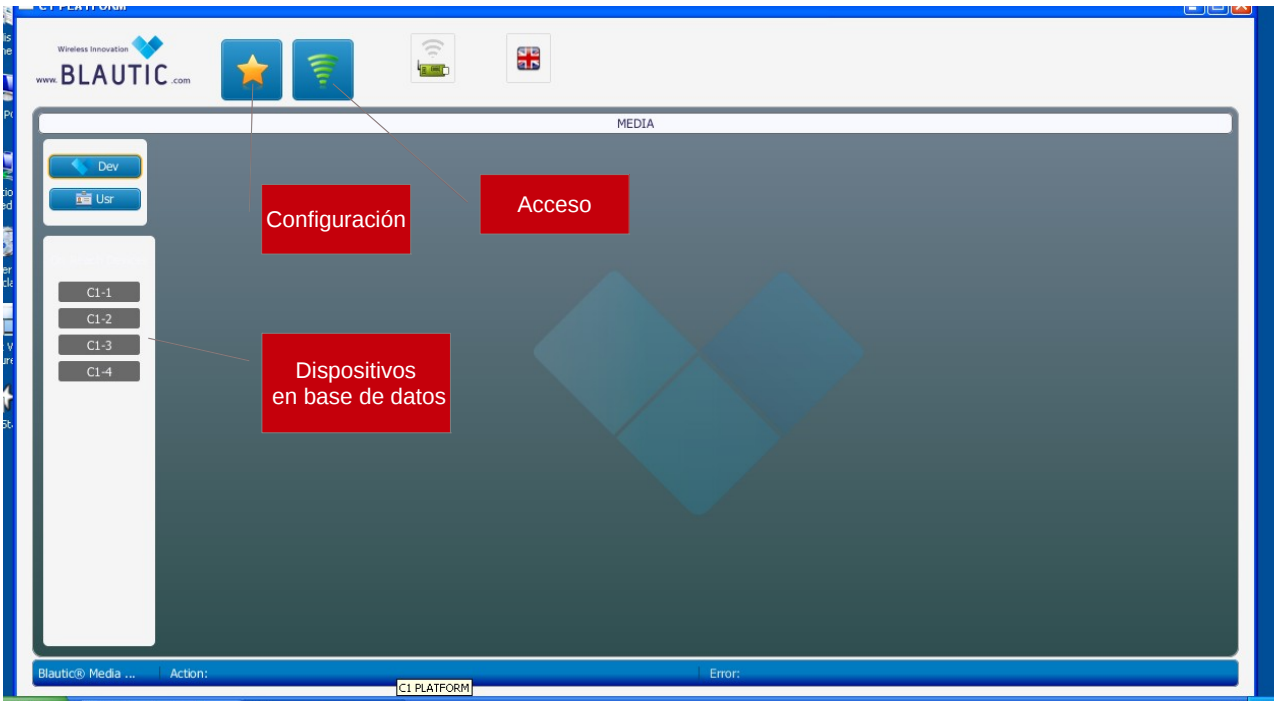


Figura 13: Pantalla de inicio de la aplicación

La primera vez que se accede a la aplicación hay que incorporar la configuración de nuestros dispositivos. Para ello, hay que acceder a la opción configuración.

En la pantalla de configuración acceder a las propiedades de los dispositivos creados, pulsando sobre ellos, o añadir otro nuevo. Se debe introducir la dirección MAC del dispositivo, aparece en la lista de dispositivos de la app de Android, en el campo correspondiente.

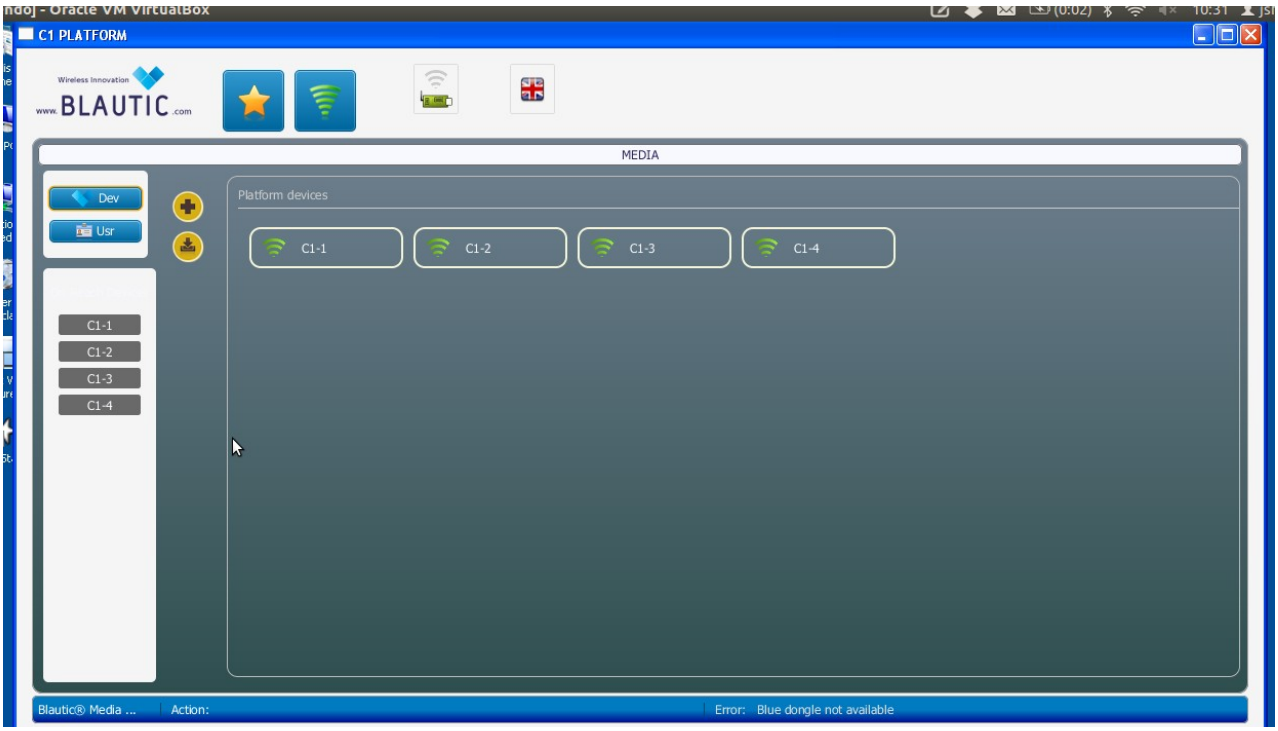


Figura 14: Pantalla de acceso a la configuración

Una vez configurada la MAC (únicamente la primera vez) acceder a la pantalla de acceso a los dispositivos y conectarlo por USB.

Pulsar sobre el icono amarillo de USB y se iluminarán los iconos correspondientes al dispositivo conectado tal y como aparece en la pantalla inferior.

Figura 15: Pantalla de acceso a los dispositivos

Acceder al dispositivo pulsando dentro de su recuadro. En ese momento se accede a la pantalla de descarga y generación de ficheros. Pulsar en descargar para volcar las muestras desde el dispositivo al PC.

Una vez descargadas las muestras generar los ficheros Excel correspondientes. NO ABANDONAR LA APLICACIÓN sin generar los ficheros porque supone la pérdida de los datos descargados.

Aunque no hace falta, si la APP está conectada en ese momento, se puede observar el descenso en las muestras pendientes.

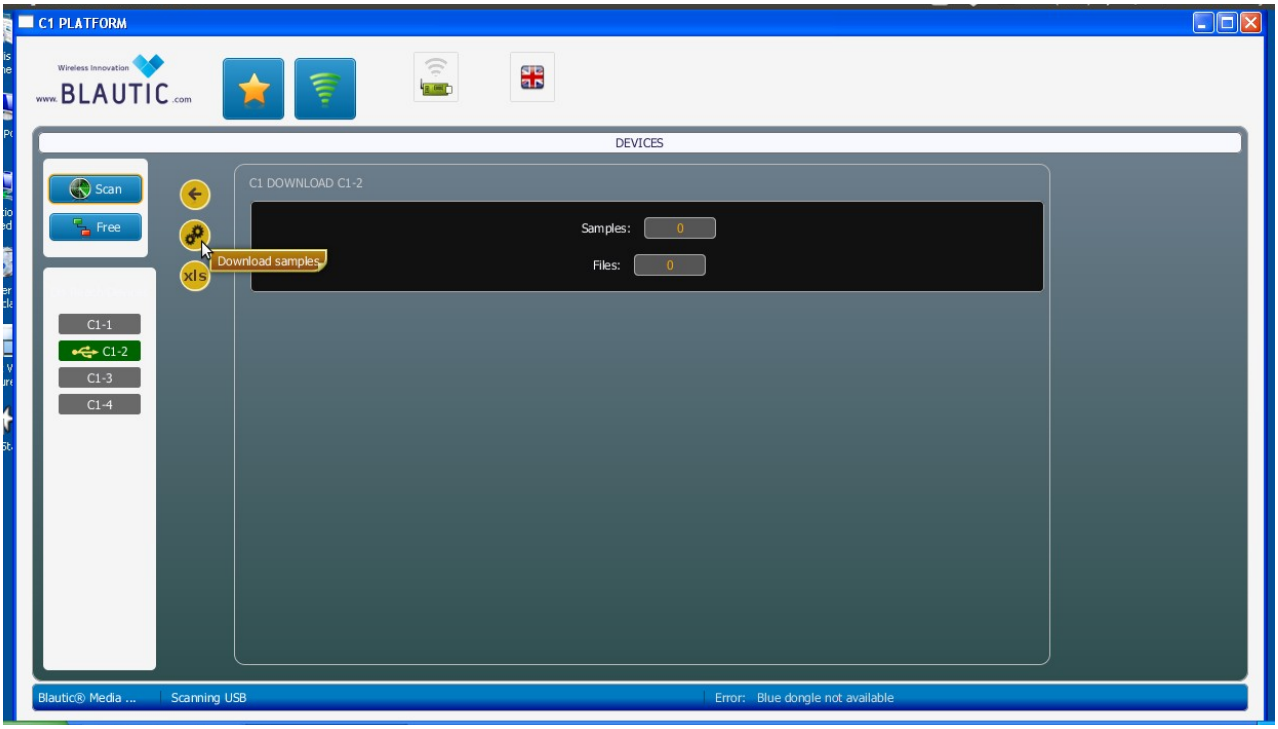


Figura 16: Pantalla de descarga y de generación de ficheros

Los ficheros generados quedan en la carpeta export dentro de la carpeta de nuestra aplicación.

4.7 Creación de ficheros

Una vez descargados datos se pueden crear los ficheros Excel (hoja de cálculo) con la información capturada ya preparada para su análisis posterior. Para realizar este paso, hay que pulsar el botón Crear Excel y aceptar con Ok la pregunta de confirmación.

En el caso de querer cancelar la acción, se debe presionar el botón Atrás de Android ante la pregunta de confirmación de la acción.

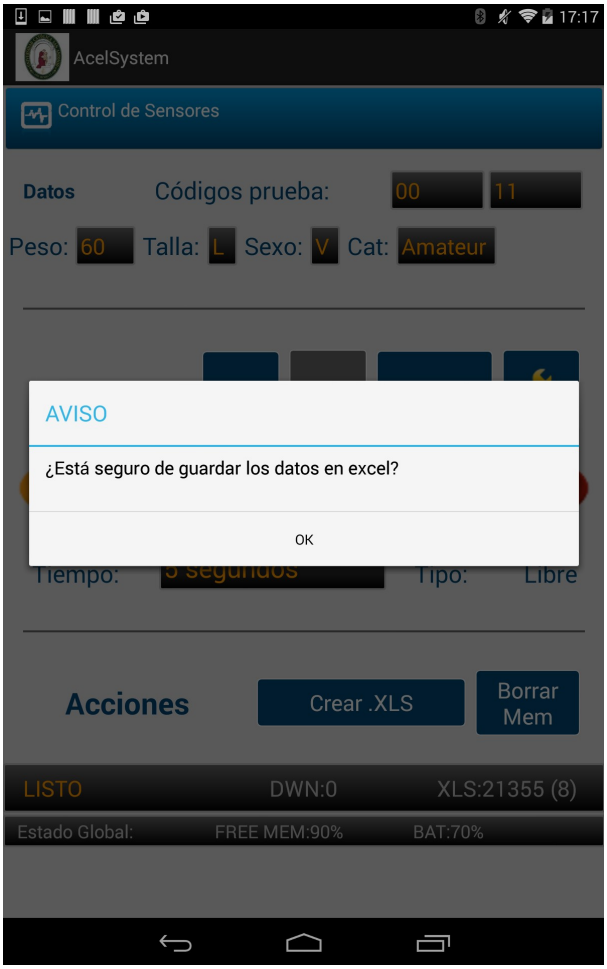


Figura 17: creación de ficheros

Se generan tantos ficheros excel como intervalos de captura se han realizado. El formato del nombre del fichero es el siguiente:

Versión anterior a 1.43:	XX_YY_N_HHMMSS.xls
Versión 1.43:	XX_YY_NN_DDMMAA_HHMM.xls

donde:

- XX_YY: datos introducidos en los campos de códigos de prueba de la pantalla de control
- DDMMAA: Fecha de la captura
- NN: Número de captura realizada por orden de ejecución. En el tipo de adquisición por intervalos genera un fichero por cada uno de los intervalos de captura.
- HHMMSS: Hora de la captura.

Para acceder a los ficheros generados, el dispositivo móvil debe tener instalada alguna aplicación gratuita (descargable desde el Play Store) para acceder a los dispositivos de almacenamiento como ES File Explorer.

En la siguiente imagen se aprecian 5 ficheros excel generados y visualizados mediante una de estas aplicaciones:

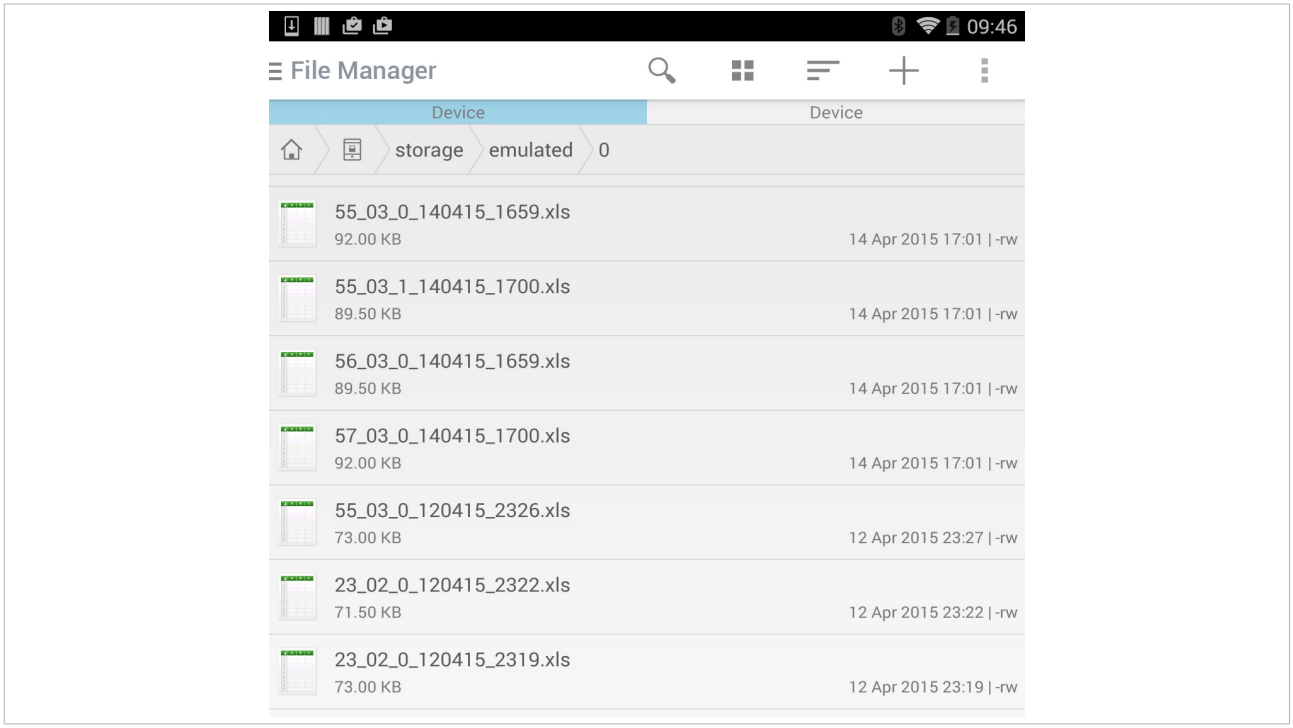
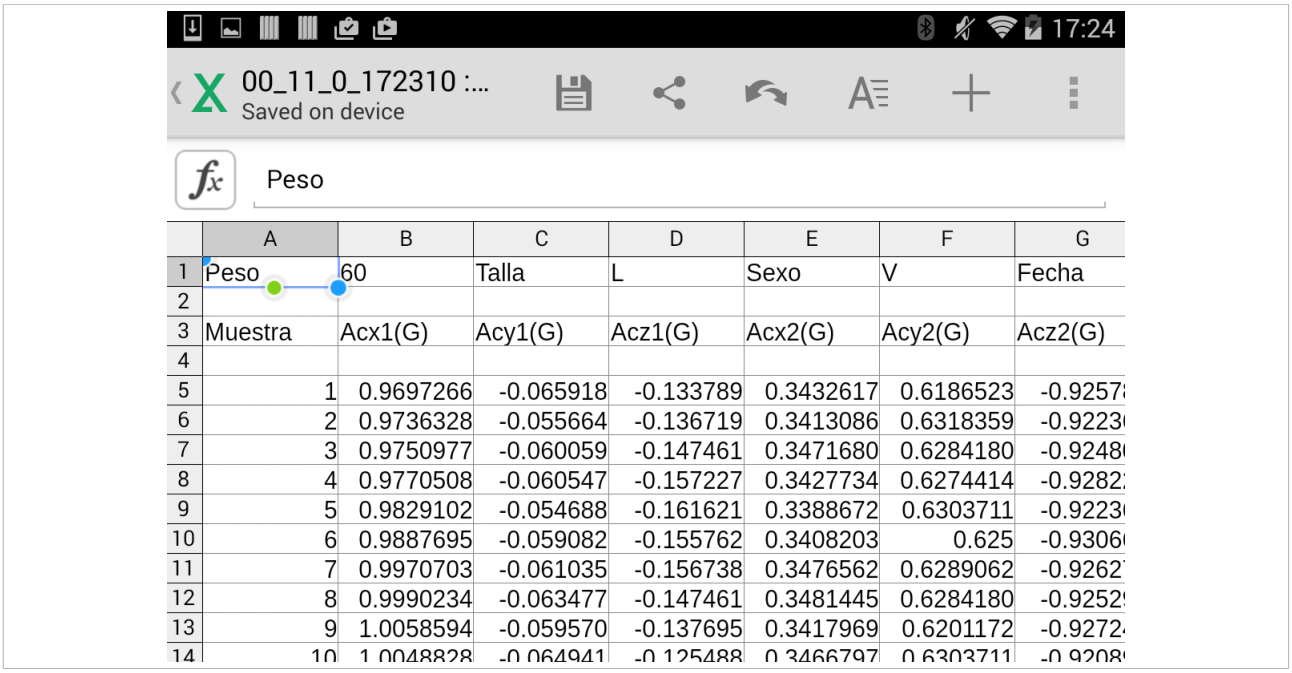


Figura 18: búsqueda de ficheros generados

Los ficheros excel contienen los datos estructurados del siguiente modo:

- Campos de datos: configurados en el software antes de la generación de los excel.
- Muestra: número de muestra de la captura. El periodo temporal entre muestras está condicionado al número de sensores que forman parte de la captura. En el apartado anterior sobre sensores se especifican las frecuencias de adquisición según el número de sensores conectados.
- AcxN(g): valor en g del eje x del sensor N.
- AcyN(g): valor en g del eje y del sensor N
- AczN(g): valor en g del eje z del sensor N

Desde la versión 1.43 los datos de peso, talla,... del usuario no aparecen en el fichero excel.



	A	B	C	D	E	F	G
1	Peso	60	Talla	L	Sexo	V	Fecha
2							
3	Muestra	Acx1(G)	Acy1(G)	Acz1(G)	Acx2(G)	Acy2(G)	Acz2(G)
4							
5	1	0.9697266	-0.065918	-0.133789	0.3432617	0.6186523	-0.9257
6	2	0.9736328	-0.055664	-0.136719	0.3413086	0.6318359	-0.9223
7	3	0.9750977	-0.060059	-0.147461	0.3471680	0.6284180	-0.9248
8	4	0.9770508	-0.060547	-0.157227	0.3427734	0.6274414	-0.9282
9	5	0.9829102	-0.054688	-0.161621	0.3388672	0.6303711	-0.9223
10	6	0.9887695	-0.059082	-0.155762	0.3408203	0.625	-0.9306
11	7	0.9970703	-0.061035	-0.156738	0.3476562	0.6289062	-0.9262
12	8	0.9990234	-0.063477	-0.147461	0.3481445	0.6284180	-0.9252
13	9	1.0058594	-0.059570	-0.137695	0.3417969	0.6201172	-0.9272
14	10	1.0048828	-0.064941	-0.125488	0.3466797	0.6303711	-0.9208

Figura 19: formato de los ficheros

4.8 Borrado de datos

Cuando el porcentaje de memoria está por debajo de la capacidad necesitada se puede borrar mediante la opción Borrar Mem y aceptando en la pregunta de confirmación.

Si quiere cancelar la acción se debe pulsar el botón Atrás de Android durante el instante de respuesta a la pregunta.

Una vez lanzado el proceso de borrado, el dispositivo se conectará y la aplicación pasará a la pantalla de lista de dispositivos. Hay que esperar a que el dispositivo vuelva a estar disponible para iniciar capturas de nuevo.

Es fundamental NO APAGAR el dispositivo durante el proceso de borrado de la memoria.

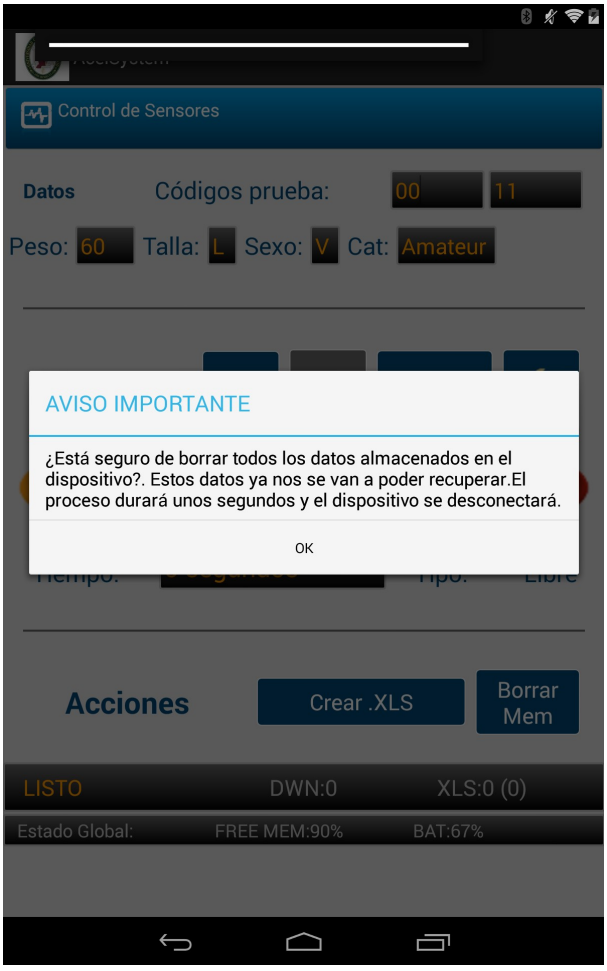


Figura 20: proceso de borrado de datos

4.9. Monitor de los acelerómetros

A partir de la versión 1.43, se puede monitorizar los datos en tiempo real. No se pueden realizar capturas mientras se monitorizan los datos.

Para realizar la visualización simplemente hay que seleccionar el número de acelerómetro a visualizar pulsando en el botón con el número correspondiente. A partir de ese momento aperecerán los datos distribuidos en cada uno de sus ejes: x,y,z.

Para pausar y analizar los datos hay que pulsar el botón Pausa.

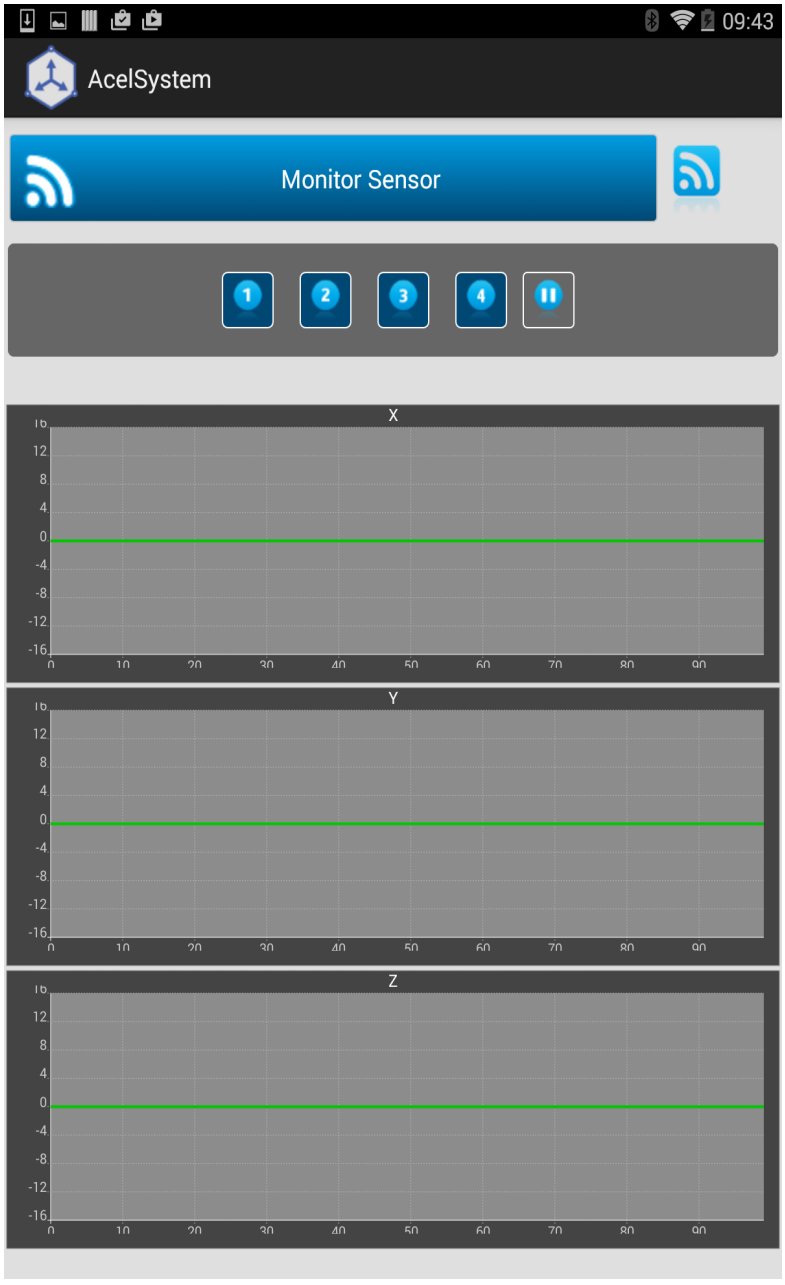


Figura 21: monitor de los datos en tiempo real

5. Control de revisiones

Revisión	Cambios
1.1a	Primera versión del manual
1.43	Identificación exclusiva de dispositivos AcelSystem durante la búsqueda Alarma sonora por desconexión de dispositivo o pérdida de datos Opción monitor Software PC para descarga